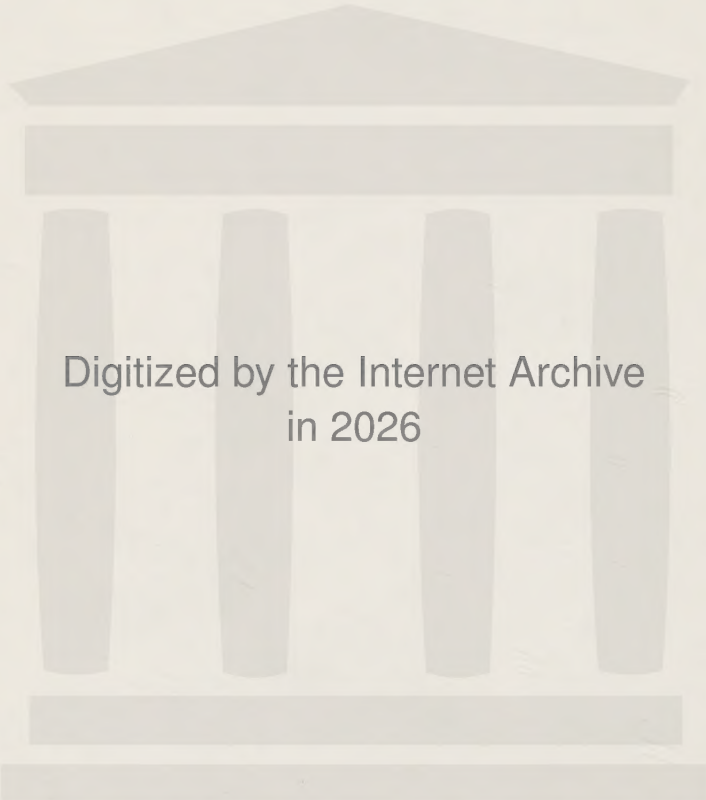


**DARSTELLUNGSMÖGLICHKEITEN
DES EXTRAHEPATISCHEN GALLENGANGSSYSTEMS NACH
MIKROCHIRURGISCH DURCHGEFÜHRTEN ANASTOMOSEN
BEIM SCHWEIN**

KLAUS LÜTH



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41554815_0089

Aus dem Institut für Experimentelle Chirurgie
der Technischen Universität München
(Direktor: Prof.Dr.med.G.Blümel)
angefertigt unter der Leitung von
Priv.Doiz.Dr.med.vet.Dr.med.habil.W.Erhardt
vorgelegt über
die Chirurgische Tierklinik
der Ludwig-Maximilians-Universität München
(Komm.Vorstand: Prof.Dr.med.vet.Dr.h.c.G.Dirksen)

Darstellungsmöglichkeiten
des extrahepatischen Gallengangssystems
nach mikrochirurgisch durchgeführten Anastomosen
beim Schwein

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der tiermedizinischen Doktorwürde
der Tierärztlichen Fakultät
der Ludwig-Maximilians-Universität München

von
Klaus Lüth
aus München

München 1985

Gedruckt mit Genehmigung der Tierärztlichen Fakultät
der Universität München

Dekan: Prof. Dr. H. Zucker

Referent: Prof. Dr. Dr.habil. H.E. König

Korreferent: Prof. Dr. W. Kraft

Tag der Promotion: 28. Februar 1986

Mein Leben

1. Kindheit	1
2. Jugend	10
3. Studium	20
4. Beruf	30
5. Familie	40
6. Reisen	50
7. Hobbies	60
8. Krankheiten	70
9. Tode	80
10. Epilog	90

Meinen Eltern

1. Eltern	1
2. Großeltern	10
3. Onkel	20
4. Tante	30
5. Cousins	40
6. Nichten	50
7. Freunde	60
8. Bekannte	70
9. Feinde	80
10. Epilog	90

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
1. Einleitung	1
2. Literaturübersicht	3
2.1. Nicht-invasive Methoden	3
2.1.1. Orale und intravenöse Cholangiographie	3
2.1.2. Sonographie	4
2.1.3. Computertomographie	6
2.1.4. Hepatobiliäre Funktions- szintigraphie (HBFS)	7
2.2. Invasive Methoden	13
2.2.1. Operative Cholangiographie	13
2.2.2. Endoskopisch-retrograde Cholangiographie	14
2.2.3. Perkutane transhepatische Cholangiographie	16
3. Eigene Untersuchungen	18
3.1. Material und Methoden	18
3.1.1. Versuchstiere	18
3.1.2. Gruppeneinteilung	18
3.2. Versuchsdurchführung	19
3.2.1. Operatives Vorgehen	19
3.2.1.1. Anästhesie	19
3.2.1.2. Operationstechnik	19
a) Nahtmaterial	21
b) I. Versuchsgruppe: biliobiliäre Anastomosen	22
c) II. Versuchsgruppe: biliodigestive Anastomosen	23
3.2.2. Darstellungsmethoden	27
3.2.2.1. Kontaktcholangiographie	27
3.2.2.2. Xantopren-Ausguß-Verfahren	28
3.2.2.3. Hepatobiliäre Funktions- szintigraphie (HBFS)	29

3.3.	Rechnerische Auswertung	31
3.3.1.	Kontaktcholangiographie und Ausgußverfahren	32
3.3.2.	Szintigraphie	33
4.	Ergebnisse	36
5.	Diskussion	42
6.	Schlußbetrachtung	52
7.	Zusammenfassung	53
8.	Literaturverzeichnis	55
	Danksagung	
	Lebenslauf	

Abkürzungen

Abb.	: Abbildung
AL	: Allschichtennaht
CD	: Choledochoduodenostomie
CT	: Computertomographie
EM	: Extramuköse Naht
ERCP	: Endoskopisch-retrograde Cholangiopankreatikographie
HBFS	: Hepatobiliäre Funktionsszintigraphie
IVC	: Intravenöse Cholangiographie
MTT	: Mean-Transit-Time (Mittlere Transitzeit)
PTC	: Perkutane, transhepatische Cholangio- pankreatikographie
ROI	: Region of Interest
Roux-Y	: Choledochojejunostomie
SD	: Standardabweichung
Sec	: Sekunden
SH	: Schleimhautnaht
Tab.	: Tabelle
$\bar{x}$	: Mittelwert

1. EINLEITUNG

Chirurgische Eingriffe am biliären System werden heute sehr zahlreich und routinemäßig durchgeführt. Allein in den USA werden nach Angaben von WOOD (80) jährlich zwischen 500.000 und 750.000 Operationen am Gallengangssystem vorgenommen. Zu den primären Indikationen zählen Tumoren, Gallensteine und Gallengangsatresien, wie sie nicht selten beim Säugling vorkommen. Von sekundärer, aber nicht unerheblicher Bedeutung sind die iatrogenen Strikturen der Gallenwege, die gelegentlich bei Eingriffen am Magen, Duodenum oder Pankreas an den extrahepatischen Gallenwegen entstehen (20,41,65).

Trotz ständiger Bemühungen, durch die Verwendung feinerer Nadelstärken, geeigneterer Nahtmaterialien und einer möglichst atraumatischen Operationstechnik, die Ergebnisse zu verbessern, ist die chirurgische Behandlung der benignen extrahepatischen Gallengangsstrikturen auch heute noch kein befriedigend gelöstes Problem. Die Literatur zeigt, daß nach 1,8 bzw. 9 % der chirurgischen Eingriffe am biliären System Stenosen auftreten (25,56) und bei 10-36 % der Rekonstruktionen eine Restenosierung erfolgt (18,76).

Zur Operationsindikationsstellung ist eine verbesserte Darstellungstechnik notwendig, mit der die Durchgängigkeit der Gallenwege, bzw. der Grad der Abflußbehinderung geprüft werden kann. Solch ein Untersuchungsverfahren könnte im Vorfeld einer Operation dem Operateur eine Entscheidungshilfe sein und die Indikation für einen chirurgischen Eingriff liefern.

Neben der Optimierung der Gallengangsdarstellung ist auch eine Verbesserung der OP-Technik an diesem Hohlorgan anzustreben, um die Narbenbildung und daraus resultierende Lumenverengung zu reduzieren.

In der vorliegenden Arbeit wird versucht, den genannten Anforderungen adäquate Untersuchungsmethoden zu erläutern und sie mit den herkömmlichen und bekannten Verfahren zu vergleichen.

2. LITERATURÜBERSICHT

2.1. NICHT-INVASIVE METHODEN

2.1.1. Orale und intravenöse Cholangiographie

ABEL und ROWNTREE (1) entdeckten im Jahre 1909, daß halogenierte Phtaleine zu 90 % über die Leber ausgeschieden werden und ROUS und McMASTER (61) konnten 1921 beobachten, daß eine normale Gallenblase in der Lage ist, die Galle durch Wasserresorption auf das acht- bis zehnfache zu konzentrieren. Die Erkenntnis, daß die Galle so stark eingedickt werden kann und, daß es u.a. mit den Phtaleinen, derart leberspezifische und leberpflichtige Substanzen gibt, war eine wichtige Voraussetzung für die wenige Jahre später erstmals unternommenen Versuche, Kontrastmitteldarstellungen des Gallengangssystems vorzunehmen. GRAHAM und COLE wurden im Jahre 1924 auf diese Arbeiten aufmerksam und stellten die Theorie auf, daß sich Jod- bzw. Bromderivate von Phenolphthalein aufgrund des hohen Atomgewichts der Halogene röntgenologisch darstellen lassen müßten, wenn sie erst einmal die Leberzellen passiert haben und in der Gallenblase konzentriert vorliegen. Nach etlichen erfolglosen Versuchen gelang den beiden Autoren, die erste brauchbare radiologische Gallenblasendarstellung beim Menschen (33). Das dabei verwendete Tetrabromphenolphthalein rief allerdings bei der oralen Anwendung sehr häufig Nebenwirkungen wie Übelkeit, Erbrechen und Diarrhoe hervor. COLE beobachtete, daß bei oraler Applikation des Kontrastmittels zwar häufiger, aber weniger dramatisch verlaufende Nebenerscheinungen auftraten, als bei der intravenösen Verabreichung. Die weniger toxische orale Gabe von Phenoltetrajodophthalein wurde ab dem Jahre 1928 praktiziert (36). Die Einführung von Jodoalphionicsäure im Jahre 1940 erbrachte eine weitere Reduzierung der Ne-

benwirkungen und eine bessere radiologische Darstellung der Gallenblase (11). Gelang mit den bisher bekannten Kontrastmitteln eine Abbildung der Gallengänge eher sporadisch und zufällig (11), so wurde dies mit der intravenösen Applikation von Natrium-Jodipamid (Biligradin) ab dem Jahre 1953 regelmäßig und zuverlässig erreicht. Bis zur Einführung neuer diagnostischer Methoden wie Ultraschall, Computertomographie, Choleszintigraphie, transhepatischer und endoskopischer Cholangiographie, war die IVC die einzige verfügbare präoperative Methode, die eine Darstellung des Gallengangssystems ermöglichte (12).

Von den zahlreichen Indikationen zur IVC sollen nur zwei Beispiele herausgegriffen werden:

1. Häufig kommt es nach einer einmaligen oralen Kontrastmittelapplikation nicht zu der gewünschten Darstellbarkeit der Gallenblase. Die dann üblicherweise am nächsten Tag durchgeführte Wiederholung der Untersuchung bedeutet einen beachtlichen zeitlichen und finanziellen Aufwand, weshalb sich hier IVC anbietet.
2. Bei Patienten, an denen eine Cholezystektomie vorgenommen wurde, und bei denen postoperativ ähnliche Symptome wie vor dem Eingriff auftauchen, ist die IVC angezeigt, um eventuelle pathologische Veränderungen an den extrahepatischen Gallengängen abzuklären.

2.1.2. Sonographie

Bei der Ultraschalluntersuchung (Sonographie) werden Organe und Körperweichteile kontrastmittelfrei abgebildet. Die Abbildung beruht allein auf den natürlichen Dichteunterschieden der Körpergewebe. Da besonders gut die Grenzflächen zwischen Gewebe und Flüssigkeit

dargestellt werden, eignet sich die Sonographie sehr zur Untersuchung des flüssigkeitsgefüllten Gallengangsystems (59). Im Jahre 1965 beschrieben EISEMAN und GREENLAW (21) eine neue Ultraschalltechnik zum intraoperativen Nachweis von Gallensteinen im Ductus Choledochus, die im Vergleich zu konventionellen Verfahren eine höhere Abbildungsschärfe ergab. Sowohl HAYASHI und WAGAI (37) als auch KNIGHT und NEWELL (43) kamen zu ähnlichen Ergebnissen. Eine starke Verbreitung konnte diese neue diagnostische Methode in den sechziger Jahren aber dennoch nicht erfahren. Hauptgrund hierfür durften die Interpretationsschwierigkeiten gewesen sein, die bei der Beurteilung der Bilder entstanden, da sie jede Tiefenschärfe vermissen ließen und die pathologisch-anatomischen Verhältnisse nur undeutlich darstellen.

In den siebziger Jahren ermöglichte die Entwicklung besserer, hochauflösender Scannersysteme eine zweidimensionale Abbildung der zu untersuchenden Organbereiche und damit eine deutlich präzisere Darstellung (66).

Die Sonographie ist heute aufgrund gewisser Vorzüge gegenüber anderen Untersuchungstechniken eine sehr gebräuchliche Methode zur Diagnostik von Oberbaucherkrankungen. So ist das Ultraschallverfahren nicht auf die biliäre Ausscheidungsfunktion der Leber angewiesen und erlaubt ohne Anwendung von Kontrastmitteln eine rasche, diagnostische Aussage. Wenn bei bekannter Kontrastmittelallergie oder bei Gravidität röntgenologische Verfahren kontraindiziert sind, ist die Sonographie gelegentlich die einzig verfügbare Methode, Leber und Gallengänge darzustellen (69).

Auf die Grenzen der Ultraschalldiagnostik wird an späterer Stelle eingegangen werden.

2.1.3. Computertomographie

Seit Mitte der siebziger Jahre findet mit der Computertomographie eine weitere, nicht-invasive Methode klinische Anwendung zur Diagnostik von Erkrankungen des Abdomens. Dieses Schichtaufnahmeverfahren wurde zunächst zur Darstellung des Schädels eingesetzt und erlangte große Bedeutung für die Neuroradiologie.

Der Einsatz von Kontrastmitteln entfällt bei dieser Technik. Der zu untersuchende Organbereich wird unter verschiedenen Einfallswinkeln durchstrahlt und Röhre und Film während der Aufnahme gegenläufig verschoben. Die Strahlendurchlässigkeit variiert in Abhängigkeit vom jeweiligen Gewebstyp und die so entstehenden Schwächungsunterschiede werden photographisch registriert. Aus der Vielzahl der gemessenen Schwächungswerte läßt sich dann mittels eines Kleincomputers eine Matrix berechnen, die in ein Bildsignal für die Darstellung auf einem Sichtgerät umgewandelt wird (28).

Bei erhöhten Serum-Bilirubin-Werten, die auf eine gestörte Leberzellfunktion hinweisen, ist der Einsatz oraler bzw. intravenöser Kontrastmitteldarstellungstechniken des Gallenwegssystems kontraindiziert. Kommt es zu störenden Duodenalgasüberlagerungen im Ductus Choledochus-Bereich, so haben Ultraschallaufnahmen eine nur begrenzte Aussagekraft. Möchte man auch nicht auf invasive Methoden wie ERCP und PTC zurückgreifen, so wird der Einsatz des rechnerunterstützten Schichtbildverfahrens empfohlen (29). Auch zweideutige sonographische Befunde bzw. Aufnahmen, die eine Dilatation der Gallengänge vermitteln, ohne Hinweise zu geben auf Lage und Ursache der Obstruktion, lassen den Einsatz der Computertomographie sinnvoll erscheinen (9).

2.1.4. Hepatobiliäre Funktionsszintigraphie (HBFS)

Prinzip:

Die Szintigraphie stellt eine nuklearmedizinische Untersuchungsmethode dar, bei der möglichst kurzlebige (s. Halbwertszeit), gammastrahlende Radionuklide bzw. Radiopharmaka dem Körper intravenös oder oral zugeführt, im Organismus räumlich verteilt und dann registriert werden. Im Falle der in vivo-Messung muß die Strahlung ausreichend durchdringungsfähig sein, um von Strahlungsdetektoren außerhalb des Patienten gemessen werden zu können. Diese Voraussetzung wird unter Praxisbedingungen nur von Gammastrahlen ausreichender Energie (Größenordnung 100-500 keV) erfüllt (74).

Das Radiopharmakon besteht zum einen aus einem radioaktiv markierten Teil, dem sog. "Tracer" (trace = Spur) und zum anderen aus einem nicht-radioaktiven Teil, dem "Carrier".

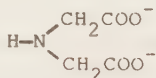
Die räumliche Verteilungsdichte (Aktivitätsverteilung) wird mit Hilfe der aus dem Körper austretenden Strahlung und entsprechender Registriereinrichtung bildgerecht als zweidimensionales Szintigramm registriert. Bei ruhendem Objekt wird das statische Einzelbild mit einem Scanner aufgenommen; eine schnelle Folge von Szintigrammen bei bewegtem bzw. funktionell tätigem Objekt (Sequenz-Szintigraphie) mit der Gammakamera.

Die Entwicklung neuer und geeigneter Radiopharmaka erhöht die Aussagekraft der hepatobiliären Funktionsszintigraphie (kurz: HBFS genannt) ganz erheblich. Folgende Bedingungen sollte ein bei dieser Untersuchungsmethode eingesetztes Radiopharmakon erfüllen (48):

- maximale hepatozelluläre Extraktion
- rascher hepatobiliärer Transit

- keine renale Ausscheidung
- keine enterohepatische Rückresorption
- keine Verstoffwechselung.

Mit ^{131}J markiertes Bengalrosa (72) bzw. Bromsulfan (32) stellten die ersten zur Choleszintigraphie eingesetzten Verbindungen dar. Zwar erfüllt Bengalrosa die Forderung nach rascher hepatozellulärer Exkretion und zügigem hepatobiliärem Transit, die lange Verweildauer des Radionuklids im Dickdarm hat jedoch eine relativ hohe Strahlenbelastung der Darmschleimhaut zur Folge, weshalb nur eine niedrige Dosis des Radiopharmakons pro Untersuchung eingesetzt werden darf und damit das Szintigramm nicht die erstrebenswerte Schärfe erhält (79). HARVEY et al. (35) fanden mit den Imino-Diacetat-Verbindungen (IDA) Substanzen, die sich mit dem, von seinen physikalischen Eigenschaften her sehr geeigneten, $^{99\text{m}}\text{Tc}$ (79) markieren lassen und selektiv hepatobiliär ausgeschieden werden.



"IDA" (Imino-Diacetat)

Aufgrund ihres relativ hohen Molekulargewichts (26) und ihrer molekularen Struktur (48) sind die IDA-Verbindungen sehr leberspezifisch und erfüllen weitgehend die oben genannten, an ein für die HBFS verwendetes Radiopharmakon, gestellten Anforderungen.

Die Fotoszintigraphie, die statische Momentaufnahmen liefert, wird zur Funktionsszintigraphie, wenn man sich der rechnerunterstützten "region of interest"-Technik bedient. Diese beruht darauf, daß über vorher

definierten Organteilbereichen Zeitaktivitätskurven abgeleitet werden. Unter Zugrundelegung der sog. organisomorphen Systemtheorie - einer gezielten, integrierten Betrachtungsweise von Komplexen ohne besonderer Berücksichtigung ihrer Einzelkomponenten - , kann die HBFS Abflußbehinderungen und deren Ausmaß in den extrahepatischen Gallenwegen feststellen (4). Diese Technik hat sich zur Beurteilung von biliodigestiven Anastomosen bewährt, weil trotz des Ausfalls der Sphinkter-Funktion eine kontinuierliche Darstellung der Gallengänge möglich ist (16).

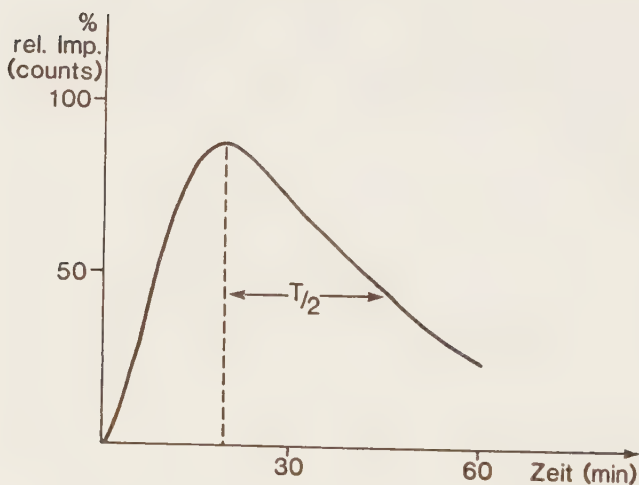


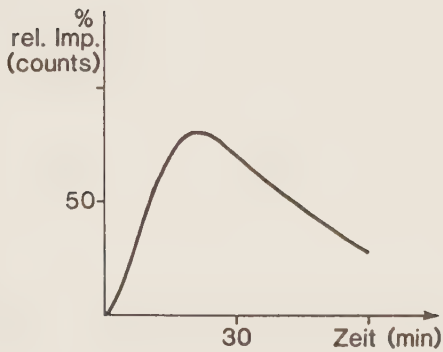
Abb. 1: Schematische Darstellung einer Zeitaktivitätskurve

$T_{\max}$: Zeit bis zum Erreichen des Kurvenmaximums

$T_{1/2}$: Zeit vom Erreichen des Kurvenmaximums bis zum Abfall auf den halbmaximalen Wert

(nach SCHINDLER, 64)

a)



b)

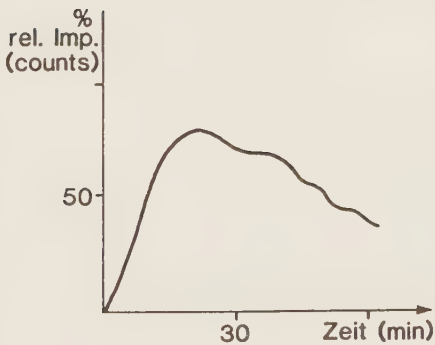


Abb. 2: Schematische Übersicht verschiedener
Galleabflußsituationen

a = normaler Galledurchfluß

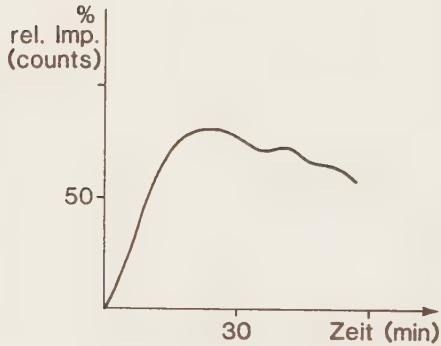
b = Dyskinesie ohne Stauung

Dyskinesie = diskontinuierlicher Durchfluß

Stauung = verzögerter Durchfluß

(nach SCHINDLER, 64)

c)



d)

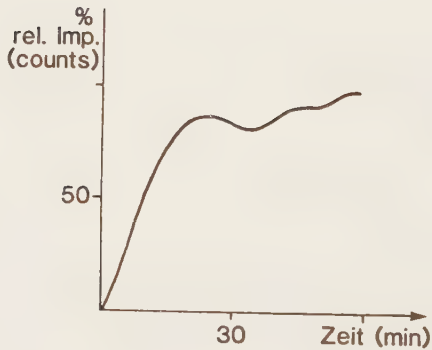


Abb. 3: Schematische Übersicht verschiedener
Galleabflußsituationen

c = Dyskinesie mit mäßiger Stauung

d = Dyskinesie mit ausgeprägter Stauung

Dyskinesie = diskontinuierlicher Durchfluß

Stauung = verzögerter Durchfluß

2.2. INVASIVE METHODEN

2.2.1. Operative Cholangiographie

Die erste intraoperative röntgenologische Gallengangs-darstellung wurde im Jahre 1932 von PAOLO MIRIZZI (49) durchgeführt. Das Hauptziel seiner Untersuchungen lag darin, zurückgebliebene Gallensteine zu diagnostizieren, die bei der ersten Exploration und Extraktion übersehen worden waren. Weiterhin sollten auf diese Weise Läsionen der Gallenwege vor erneutem Verschluß der Bauchdecke rechtzeitig erkannt werden.

Trotz seiner nicht unerheblichen diagnostischen Aussagekraft konnte sich dieses Röntgenverfahren in den folgenden Jahrzehnten nur schwer etablieren. Hauptgrund hierfür dürften die Bedenken der Chirurgen hinsichtlich einer zeitlichen Verzögerung der Operation, und die Skepsis gegenüber der Abbildungsqualität der Cholangiographien gewesen sein (8).

Mit der Kontaktcholangiographie wurde eine spezielle Röntgentechnik entwickelt, die die intraoperative Darstellung extrahepatischer Gallengangssegmente ermöglicht. "Kontaktcholangiographie" bedeutet die Lagerung des Röntgenfilms, bei eröffnetem Abdomen, unmittelbar unter dem Ductus choledochus, nachdem dieser freipräpariert wurde. SLATTERY und SAYPOL (67) beschrieben im Jahre 1952 als erste diese radiologische Methode und unterstrichen neben der guten Abbildungsqualität als Vorzug gegenüber anderen Röntgenverfahren, daß Thoraxbewegungen die Aufnahmetechnik nicht behindern und folglich die Atemtätigkeit des Patienten nicht unterbrochen werden muß, was wiederum ein routiniertes Zusammenspiel zwischen Operationsteam und Anästhesisten erfordern würde.

Mehrere Autoren berichteten in den siebziger Jahren von ihren Erfahrungen mit dieser, von ihnen weiterentwickelten Methode, wobei sie zur Röntgendokumentation Zahnfilme verwendeten (7, 38, 39). Übereinstimmend wird dem Verfahren besondere Brauchbarkeit zum Auffinden kleiner und kleinster Gallensteine attestiert, die mit den herkömmlichen Untersuchungstechniken häufig übersehen wurden.

2.2.2. Endoskopisch-retrograde Cholangiographie

Basierend auf der Theorie, daß eine akute, hämorrhagische Pankreatitis durch Reflux von Zwölffingerdarminhalt entstehen kann, wie PFEFFER et al. (57) 1957 in Tierversuchen darstellten, begannen in den fünfziger Jahren mehrere Autoren (2, 30) mit Untersuchungen, die die retrograde Füllung und damit röntgenologische Darstellung des Ductus pancreaticus bzw. Ductus choledochus zum Ziele hatten. Sowohl ANACKER (2) als auch GAYLIS und GUNN (30) waren nicht in der Lage, selbst bei Injektion des Kontrastmittels unter maximalem Druck, vom Duodenum aus den Bauchspeicheldrüsenaustrittsgang bzw. Gallengang darzustellen. Im Jahre 1965 unternahmen RABINOV und SIMON (58) als erste den Versuch, mit einem Spezialkatheter die Papilla Vateri direkt vom Zwölffingerdarm aus zu kanülieren. Obwohl auch ihre Ergebnisse relativ unbefriedigend waren, war ihre Arbeit dennoch wegbereitend.

Die erstmalige Verwendung des Fiberendoskops zur Kanülierung der Papilla Vateri unter gleichzeitiger endoskopischer Kontrolle war der entscheidende Schritt in Richtung retrograder Cholangiopankreatikographie. Ein operatives Vorgehen als Voraussetzung zur Kanülierung wurde damit überflüssig. Diese neue Untersuchungsme-

thode erlebte in den folgenden Jahren eine rasche Weiterentwicklung und Verbreitung. OI (53) berichtete im Jahre 1969, OI et al. (54) und TAGAKI et al. (71) im Jahre 1970 von den ersten erfolgreichen Kontrastaufnahmen des Ductus choledochus und Ductus pancreaticus. Während TAGAKI et al. es vorzogen, das Endoskop unter Vollnarkose einzusetzen, nahmen OI et al. lediglich eine Lokalanästhesie des Larynx vor. Nach Angaben von ANACKER et al. (3) stieg mit der Einführung des Fibereendoscops die Rate erfolgreicher Kanülierungen und Kontrastmitteldarstellungen von Ductus Pancreaticus und Ductus choledochus auf 70 % an.

Indikationen:

Wie die bereits erläuterten Methoden, so soll auch die ERCP beim Vorliegen eines Ikterus unbekannter Ätiologie zur Abklärung dienen, inwieweit eine mechanische bzw. hepatozelluläre Ursache hierfür verantwortlich ist. Neben dem Einsatz für diagnostische Zwecke findet diese Untersuchungstechnik auch in therapeutischer Hinsicht vermehrt Verwendung. Vor allem seit der Einführung sicherer elektrochirurgischer Katheter (68) wird in größerem Umfang die Sphincterotomie, wie sie häufig bei Patienten mit festsitzenden Gallensteinen bzw. gestörter Sphincter-Oddi-Funktion nötig wird, unter endoskopischer Kontrolle durchgeführt.

Kontraindikationen und Komplikationen:

Zwar berichten mehrere Autoren, so zum Beispiel BILBAO et al. (17) und IHRE et al. (40) über Schwierigkeiten, die bei Anwendung der ERCP entstanden sind, wie beispielsweise eine Pankreatitis, instrumentell bedingte Verletzungen, Cholangitis und Arzneimittelunverträglichkeiten; die Kontraindikationen bleiben aber dennoch begrenzt. So verbietet sich ein derartiger Ein-

griff bei klinisch instabilen Patienten, die beispielsweise an ernstesten Herz- oder Lungenerkrankungen leiden. Auch bei einer akuten Pankreatitis wird vom Einsatz der ERCP abgeraten (68).

2.2.3. Perkutane transhepatische Cholangiographie (PTC)

Das Prinzip dieser Untersuchungsmethode beruht auf der Kontrastmittelinjektion in das Gallengangssystem mittels einer speziellen Nadel, die von außen, unter Durchleuchtungskontrolle, durch die Bauchwand des Patienten hindurch (perkutan) in die Leber eingeführt wird. Seit Einführung der feinkalibrigen, dünnen "Chiba"-Nadel durch OKUDA et al. (55) im Jahre 1974, fand die zunächst umstrittene und nicht ungefährliche Methode eine stärkere Verbreitung. Diese Nadel hat einen Außendurchmesser von nur 0,7 mm, eine um ca. 30° abgeschrägte, nicht-schneidende Spitze und ist sehr dünnwandig und flexibel, womit sowohl die Gefahren einer starken Traumatisierung des Leberparenchyms, als auch der Verletzung größerer Gefäße oder Gallengänge reduziert werden (9). Der Eingriff findet unter Sedation des Patienten und Lokalanästhesie der Punktionsstelle statt.

Indikation:

Besteht beim Patienten der Verdacht auf einen Obstruktionsikterus, wofür beispielsweise eine sonographisch festgestellte Dilatation der Gallengänge sprechen könnte, so ist die PTC die radiologische Methode der Wahl (16). Konnten mit vorausgegangenen Untersuchungen wie z.B. Ultraschall-Diagnostik und Szintigraphie keine befriedigenden Ergebnisse erzielt werden, weil die pathologisch-anatomische Situation nicht deutlich

genug zur Darstellung kam, so ist eine Indikation für den Einsatz der PTC gegeben (10).

Kontraindikationen und Komplikationen:

Von der Durchführung der PTC ist abzuraten, wenn eine Kontrastmittel- bzw. Jodallergie vorliegt (27). Auch bei Störungen des Blutgerinnungssystems birgt die perkutane Punktion der Leber zu große Risiken in sich. Es sollte daher auf eine andere Methode, z.B. die ERCP, zurückgegriffen werden.

3. EIGENE UNTERSUCHUNGEN

ZIELSETZUNG

Vorrangige Aufgabe dieser Untersuchung soll es sein, Methoden zu erarbeiten, die sich zur Darstellung des extrahepatischen biliären Systems eignen. Die Aussagekraft der angewandten Verfahren soll geprüft und ihre Wertigkeit im Vergleich zu den konventionellen Techniken beleuchtet werden.

Da die Gallengangsdarstellungen jeweils im Anschluß an eine vorausgegangene chirurgische Versorgung (46) des betreffenden Organbereiches durchgeführt wurden, soll auch auf das operative Vorgehen eingegangen werden. Dies jedoch nur soweit, als es zum Verständnis der Gruppeneinteilung und der Darstellungsfrequenz nötig ist.

3.1. MATERIAL UND METHODEN

3.1.1. Versuchstiere

Als Versuchstiere dienten erwachsene Minipig-Bastarde beiderlei Geschlechts und eines durchschnittlichen Körpergewichts von 30 kg. Die Schweine wurden in Laufboxen (à 8 Stück) gehalten und erhielten als Futter eine Fertigfuttermischung (Einmastkorn/Feldmochinger Kraftfutterwerk Dr. Zenz) und eingeweichtes Brot.

3.1.2. Gruppeneinteilung

Die Tiere wurden in zwei Versuchsgruppen eingeteilt. An den Schweinen der ersten Gruppe (n = 52) wurden

biliobiliäre (Gallengang an Gallengang) Anastomosen erstellt. 38 Minipigs dieser Gruppe wurden reoperiert und eine biliodigestive (Gallengang an Duodenum) Anastomose durchgeführt. Diese Tiere bildeten die zweite Versuchsgruppe.

3.2. VERSUCHSDURCHFÜHRUNG

3.2.1. Operatives Vorgehen

3.2.1.1. Anästhesie

In Anlehnung an die Angaben von ERHARDT et al. (23) wurden die Tiere zunächst durch die intramuskuläre Applikation von Azaperon (0.5 mg/kg Stresnil^R, Fa.Janssen, Beerse/Belgien) sediert und 10 min später die Narkose mit der intravenösen Gabe von Etomidat (1,2 mg/kg) (Etomidat HCl konz. in klinischer Prüfung, Fa.Janssen, Beerse/Belgien) eingeleitet.

Nach orotrachealer Intubation wurden die Schweine mit einem Lachgas-Sauerstoff-Gemisch im Verhältnis 2:1 beatmet. Eine weitere Vertiefung der Narkose wurde durch Anlegen eines Dauertropfs (500 mg Etomidat in 500 ml 5 %-iger Glukoselösung) erreicht.

3.2.1.2. Operationstechnik

Die Tiere wurden in Rückenlage auf dem Operationstisch fixiert und eine mediane Oberbauchlaparotomie durchgeführt. Nach Eröffnung der Bauchhöhle und vorsichtiger Präparation des Ductus choledochus wurden Gallengangs-anastomosen erstellt.

BILIODIGESTIVE ANASTOMOSEN

BILIO-BILIÄRE ANASTOMOSEN

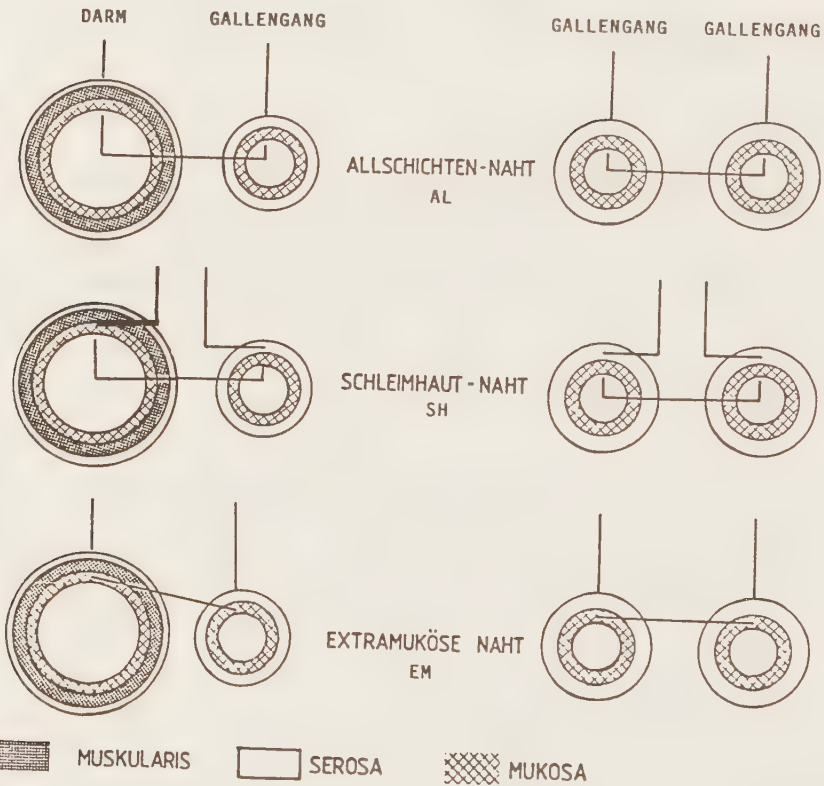


Abb. 4 : Schematisierte Darstellung der Nahttechniken

Allschichtennaht:

Bei diesem Verfahren werden alle drei Schichten der Darmwand, bzw. zwei der Gallengangswand (dieses Hohlorgan verfügt nur über eine sehr schwach ausgebildete Tunica muscularis, weshalb diese hier vernachlässigt werden soll) erfaßt.

Extramuköse Naht:

Hier wird die Schleimhaut nicht mit einbezogen, und lediglich Tunica muscularis und Serosa mit der Serosa des Gallengangs vernäht.

Schleimhautnaht:

Bei dieser Nahttechnik wird ausschließlich die innere Auskleidung von Darm bzw. Ductus choledochus, die Tunica mucosa erfaßt.

a) Nahtmaterial

Als Nahtmaterial wurde Vicryl oder Nylon (Fa.Ethicon) der Stärke 6/0 bzw. 8/0 eingesetzt und sollte auf seine Eignung geprüft werden. Bei Verwendung von Fäden der Stärke 8/0 wurde mit Hilfe eines OP-Mikroskopes (Kleinert-Mikroskop-System, Fa.Weck & Company, USA) operiert.

Ein Drittel der Anastomose (Hinterwand) wurden mit fortlaufender Naht, zwei Drittel (Vorderwand) mit Einzelknopfnähten ausgeführt.

b)I. Versuchsgruppe: Biliobiliäre Anastomosen

An 52 Minipigs wurde nach Cholezystektomie der Ductus choledochus durchtrennt. Daraufhin wurde in Form einer End-zu-End-Anastomose, d.h. der chirurgischen Verbindung zweier Hohlorgane, im vorliegenden Fall Gallengang an Gallengang, die Gallenpassage wiederhergestellt.

Tab. 1: Nahttechniken

Biliobiliäre Anastomosen (n = 52)

Nahtmaterial	Nahttechnik	n
8-0 Nylon	AL	12
8-0 Nylon	SH	7
8-0 Nylon	EM	7
8-0 Vicryl	AL	10
8-0 Vicryl	SH	6
8-0 Vicryl	EM	5
6-0 Nylon	AL	5

AL = Allschichtennaht ;

SH = Schleimhautnaht ;

EM = extramuköse Naht ;

c) II. Versuchsgruppe: Biliodigestive Anastomosen

38 Tiere der 1. Gruppe wurden reoperiert. Im Anschluß an eine Cholangiographie wurde die Anastomose reseziert und die Gallenpassage durch eine biliodigestive Anastomose hergestellt. Hierunter ist die chirurgische Verbindung von Gallengang und Darm bei den vorliegenden Untersuchungen von Ductus choledochus und Duodenum bzw. Jejunum zu verstehen.

An 24 Schweinen dieser 2. Versuchsgruppe (Untergruppe A) wurde eine Choledochoduodenostomie durchgeführt, d.h. der Ductus choledochus wurde in Form einer End-zu-Seit-Anastomose mit dem Duodenum vernäht. Bei 14 Minipigs wurde als OP-Technik die "Roux-Y"-Choledochojejunostomie gewählt (Untergruppe B). Dieses Verfahren wird in der Humanmedizin häufig verwendet, wenn bei nahe an der Leber gelegenen Gallengangsstrikturen die unveränderte Strecke des Gallengangs bei chirurgischer Vereinigung mit dem nur begrenzt mobilisierbaren Duodenum große technische Schwierigkeiten bereiten würde.

Das Prinzip dieser Technik besteht darin, daß das Jejunum zunächst in einem Abstand vom Duodenum, der eine ausreichende Mobilisierbarkeit des Leerdarms garantiert, durchtrennt wird. Daraufhin wird das eine Dünndarmsegment mit dem Ductus choledochus in Form einer End-zu-Seit-Anastomose vernäht, nachdem der Darmstumpf mit einer Tabaksbeutelnaht verschlossen wurde. Um einen eventuellen Reflux von Darminhalt in die Gallengänge zu vermeiden, wird das andere Jejunumsegment in einem Abstand von mindestens 40-50 cm kaudal der Sektionsstelle in Form einer End-zu-Seit-Anastomose wiederum mit dem Jejunum vernäht.

Duct.choled.

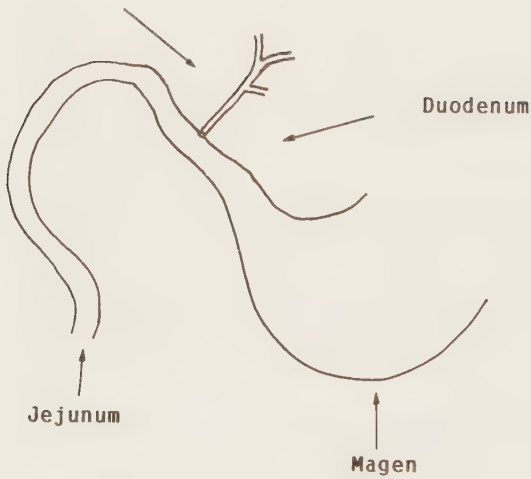


Abb. 5: Schematische Darstellung einer Choledochoduodenostomie

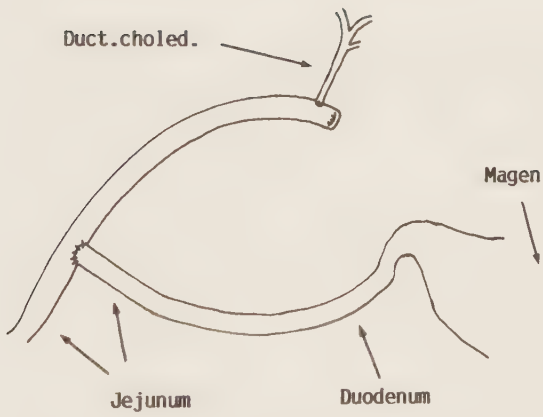


Abb. 6 : Schematische Darstellung einer Roux-Y-
Choledochojejunostomie

Tab. 2: Nahttechniken

Biliodigestive Anastomosen (n = 38)

GRUPPE A

Choledocho- denostomie	6/0 Nylon AL	6/0 Vicryl AL	8/0 Nylon EM	8/0 Vicryl AL	8/0 Vicryl SH	8/0 Vicryl EM
n =	4	4	4	4	4	4

GRUPPE B

Roux-Y

Choledocho- jejunostomie	8/0 Nylon EM	8/0 Vicryl AL	8/0 Vicryl SH	8/0 Vicryl EM
n =	3	5	3	3

AL = Allschichtennaht;
SH = Schleimhautnaht;
EM = extramuköse Naht;

3.2.2. Darstellungsmethoden

3.2.2.1. Kontaktcholangiographie

Zur Darstellung des extrahepatischen Gallengangssystems wurde die bereits erwähnte Kontaktcholangiographie herangezogen. Ein in Nylonfolie eingeschweißter Zahnröntgenfilm vom Format 3 x 4 cm (Fabrikat: "ORWO"/DDR) diente als Filmmaterial.

Nach Eröffnung des Abdomens und sorgfältiger Präparation des Ductus Choledochus wurde der Film unmittelbar unter den Abschnitt des Gallenganges gelagert, der untersucht werden sollte.

Als Kontrastmittel verwendeten wir Conray 60^R (Fa. Byk Gulden), von dem wir nach Cholezystektomie mit Hilfe eines Säuglings-Ernährungskatheters (CH8FG, 105 cm) und bei physiologischem Druck (10 cm Wassersäule) ca. 10 ml über den Ductus Cysticus-Stumpf injizierten.

Die mit 55 KV und 1mAsec (Röntgengerät: Fa. Siemens Nanodor 2) bestrahlten Filme wurden entwickelt (Entwicklungsgerät: Clarimat Universal in Roentoroll 25, Tetenal Photowerk) und fixiert (Roentoroll Superfix, Tetenal Photowerk). Um einen Vergrößerungseffekt zu vermeiden (51), mußten wir den Film-Focus-Abstand ermitteln, bei dem annähernd eine Abbildung im Maßstab 1:1 erfolgt.

Hierfür wurde die Methode von KOVACS und HAJDU (45) angewandt. Sie beschreiben eine Darstellungsmöglichkeit der extrahepatischen Gallenwege, bei der der Gallengang mit einer bestimmten Mischung von Xantoprenblau^R und Elastomer-Aktivator (beide Fa. Bayer-Leverkusen) unter physiologischem Druck gefüllt wird. Dieser Kunststoffgußabdruck bildet die Struktur der inneren Auskleidung des Hohlorgans und den gesamten Innenraum formbeständig und maßgerecht ab.

Analog zu dieser Methode wurde ein 5 mm starker, 10 mm langer Infusionsschlauch sowohl mit Conray 60^R, als auch mit der oben beschriebenen Kunststoffmasse gefüllt. Bei Auswertung der bei verschiedenen Film-Focus-Abständen angefertigten Röntgenaufnahmen ergab sich, daß bei einem Abstand von 20 cm die Innendiameter beider Objekte genau übereinstimmten. Folglich mußte diese Distanz gewählt werden, um originalgetreue Abbildungen zu erhalten.

Mit Hilfe eines OP-Mikroskopes (Kleinert-Mikroskop-System, Fa. Weck & Company, USA) und eingebauter Okularlinse (Skala 10:100) wurden bei 12,5-facher Vergrößerung Diametermessungen von der Röntgenaufnahme an der Anastomosenstelle und 15 mm proximal davon durchgeführt.

3.2.2.2. Xantopren-Ausgußverfahren

An 30 Schweinen der 2. Versuchsgruppe (biliodigestive Anastomosen) wurden nach Versuchsende und Resektion des Anastomosenbereiches Kunststoff-Ausgußpräparate angefertigt. Hierzu wurde eine Ligatur am Ductus choledochus ca. 20 mm proximal der Anastomose gesetzt und eine weitere am einen Ende des resezierten Duodenum- bzw. Jejunumabschnitts. Auf der gegenüberliegenden Seite des Darmteils wurde gerade so viel Raum gelassen, daß mittels eines Katheters (CH8FG, 105 cm) unter physiologischem Druck (10 cm H₂O-Säule) der flüssige Kunststoff Xantopren-blau^R und Elastomer-Aktivator^R (beide Fa. Bayer-Leverkusen) in einem bestimmten vorgegebenen Verhältnis gemischt, in das Darm- bzw. Choledochuslumen eingefüllt werden konnte.

Wie die Röntgenaufnahmen, so wurden auch die Ausgußpräparate an der Anastomosenstelle und 15 mm proximal davon unter Verwendung des OP-Mikroskops und der eingebauten Okularlinse gemessen.

Bei dieser Messung (jeweils 7 Einzelmessungen) wurde das Kunststoffpräparat um seine Achse in Schritten von 60° gedreht. Aus diesen Einzelmessungen konnte dann ein Mittelwert errechnet werden.

3.2.2.3. Hepatobiliäre Funktionsszintigraphie (HBFS)

An 32 Tieren der zweiten Versuchsgruppe (biliodigestive Anastomosen) wurden szintigraphische Untersuchungen vorgenommen. 3 Schweine, an denen lediglich eine Cholezystektomie durchgeführt worden war, dienten als Kontrollgruppe.

Die Minipigs wurden in drei Untergruppen untersucht:

1. Untergruppe: HBFS, 30 Tage p.op.
 2. Untergruppe: HBFS, 60 Tage p.op.
 3. Untergruppe: HBFS, 120 Tage p.op.
- Kontrollgruppe: HBFS, 14 Tage p.op.

Anästhesie:

Die Tiere wurden zunächst, wie unter 3.2.1.1.beschrieben, anästhesiert. Eine assistierte Lachgas-Sauerstoff-Beatmung war aus technischen Gründen während der szintigraphischen Untersuchungen nicht möglich. Um jedoch im Falle eines Atemstillstandes oder anderer Komplikationen einen trachealen Zugang zu haben, wurden die Tiere intubiert.

Szintigraphie:

Das in der vorliegenden Arbeit eingesetzte Radiopharmakon war ein Derivat der Iminodiessigsäure (Solco-scint^R Hepatobida, Nuclear GmbH, Grenzach/Wyhlen BRD), das mit ^{99m}Techenetium radioaktiv markiert worden war. Die Verbindung wurde über eine in einer Ohrvene der Schweine fixierten Braunüle der Größe 0 (Fa.B.Braun, Melsungen) intravenös appliziert (Dosis: 5 mCi zu Versuchsbeginn).

Die Untersuchung erstreckte sich über einen Zeitraum von 50 min, wobei 100 Aufnahmen angefertigt wurden (1 Bild à 30 sec). Als Gerät stand uns die Gammakamera (Fa.Picker) mit einem 140 KeV konvergierend hochauflösenden Kollimator und Recheneinheit zur Verfügung.

3.3. RECHNERISCHE AUSWERTUNG

Die Auswertung der durchgeführten Untersuchungen gestaltete sich aus mehreren Gründen schwierig.

Für das Projekt stand nur eine begrenzte Anzahl von Versuchstieren zur Verfügung. Die unterschiedlichen Fragestellungen erforderten jedoch die Bildung mehrerer Untergruppen, welche aber nicht in einem Maß besetzt werden konnten, um statistischen Ansprüchen zu genügen. Weiterhin verstarb ein Drittel der Minipigs vorzeitig vor dem planmäßigen Versuchsende, da in den Bestand, in dem sie vor und nach den Operationen untergebracht waren, die Enzotische Pneumonie der Schweine (sog. "Ferkelgrippe") eingeschleppt und ein großer Teil der Tiere infiziert worden war. Die Erkrankung manifestierte sich in den meisten Fällen in der Entwicklung fibrinöser Pneumonien und Pleuritiden. Folgeerscheinung der Infektion war dann entweder, daß die Tiere wegen der respiratorischen Insuffizienz aus der Narkose nicht mehr erwachten, oder der Tod einige Tage post operationem eintrat. Diese Schweine konnten mit den angewandten Darstellungsmethoden nur begrenzt ausgewertet werden.

Signifikanzberechnungen zwischen den einzelnen Versuchsgruppen wurden aus den genannten Gründen unterlassen. Es wurde keine Statistik erstellt, sondern lediglich eine rechnerische Auswertung mit Berechnung von Mittelwert und Standardabweichung der einzelnen Untergruppen vorgenommen.

Trotz der begrenzten Stückzahl konnten eindeutige Ergebnisse erbracht werden. Es ist im Sinne des Tiereschutzes, daß auf die Tötung weiterer Tiere verzichtet wurde, nur um statistischen Erfordernissen zu entsprechen.

3.3.1. Kontaktcholangiographie und Ausgußverfahren

Zur Auswertung der erhaltenen Meßergebnisse wurde die Definition "Relativer Stenosegrad" herangezogen. Dieser stellt den Quotienten aus dem Durchmesser der Anastomose (A) und dem Durchmesser an einem festgelegten Punkt P, 15 mm proximal hiervon, dar.

$$\frac{x(A) \text{ Durchmesser der Anastomose}}{y(P) \text{ Durchmesser des D.choledochus, 15 mm proximal}} \%$$



keine Stenose $\frac{x(A)}{y(P)} = 1$
mit $x = y$



Verschluß $\frac{x(A)}{y(P)} = 0$
mit $x = 0$



Stenose $\frac{x(A)}{y(P)} = a$



Abb. 7: Schematische Darstellung der Stenosen-
Beurteilung

Mit dem relativen Stenosegrad erhält man Werte, die neben quantitativen Aussagen (Durchmesser) auch qualitative Bewertungen zulassen (prästenotische Dilatation bei Stauung).

3.3.2. Szintigraphie

Über die sog. "Regions of Interest" ("ROI")-Technik (70) erfolgte die Auswertung der nuklearmedizinischen Untersuchungen. Folgende Organteilbereiche wurden als "Regions of Interest" festgelegt:

Region A : Leberparenchym - linker Lappen

Region B : Leberparenchym - rechter Lappen

Region C : Ductus choledochus proximal der
Anastomose

Region D : Darm

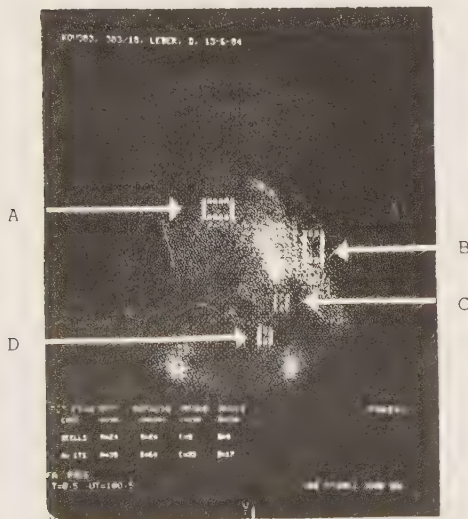


Abb. 8 : Hepatobiliäre Funktionsszintigraphie mit Darstellung der "Regions of Interest" (Schwein 383)

In Anlehnung an die Angaben von M. TAAVITSAMEN et al. (70) wurden über den genannten Regionen Zeitaktivitätskurven erstellt und die sog. "Mittlere Transitzeit" (kurz: MTT) berechnet:

$$MTT = \frac{\text{volume}}{\text{flow}} = \frac{\int A(t) \cdot t(dt)}{\int A(t) dt} \quad (\text{sec})$$

volume: Gesamtmenge an Radioaktivität, die das biliäre System passiert.

flow: Durchfluß der Aktivität an einem bestimmten Ort pro Zeiteinheit

A(t): Aktivität

t: Zeit

Bei der Ermittlung der Zeitaktivitätskurven und der MTT über den festgelegten "Regions of Interest" ist die ROI "C" (Ductus choledochus vor der Anastomose) von besonderer Bedeutung, da ihre MTT nicht ausscheidungs-, sondern abflußbedingte Verhältnisse deutlich macht (46).

Zwei Beispiele für a) normal-zügigen Galleabfluß
und b) stark verzögertem Abfluß

a)

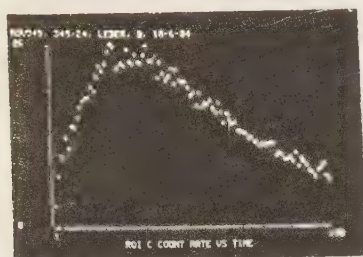


Abb. 9: Schwein 349

b)

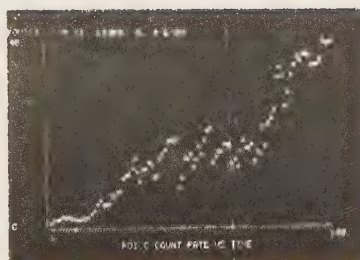


Abb. 10: Schwein 339

4. ERGEBNISSE

Relativer Stenosegrad von biliobiliären Anastomosen

Der relative Stenosegrad der biliobiliären Anastomosen konnte von 34 Tieren aus 41 ausgewerteten Fällen der ersten Versuchsgruppe ermittelt werden.

Die Berechnung ergab Werte, die zwischen 0,29 und 0,70 schwanken. Die stärkste postoperative Stenosierung des Ductus choledochus entstand, nachdem die Gallenpassage mit der konventionellen OP-Technik, d.h. Allschichtennaht unter Verwendung eines Nylonfadens der Stärke 6/0 wieder hergestellt worden war. Dieses Verfahren führte offenbar zu den stärksten Gewebsreaktionen und hat die massivste Verengung des Gallengangs zur Folge.

Die Galleabflußbehinderung ist am geringsten, bzw. der Grad der Stenosierung am schwächsten, wenn die Anastomose mit mikrochirurgischer Technik, d.h. unter Verwendung eines Operationsmikroskops und eines Fadens der Stärke 8/0, in Form einer Schleimhautnaht erstellt wurde (s. Tab. 3).

Tab. 3: Biliobiliäre Anastomosen - Relativer Stenosegrad (n = 34)
(gemessen an Cholangiographien)

Nahtmaterial	Nahttechnik	Stenosegrad		n
		$\bar{x}$	SD	
8-0 Nylon	AL	0.44 ± 0.21		7
8-0 Nylon	SH	0.30 ± 0.08		5
8-0 Nylon	EM	0.67 ± 0.14		5
8-0 Vicryl	AL	0.51 ± 0.17		7
8-0 Vicryl	SH	0.70 ± 0.10		3
8-0 Vicryl	EM	0.38 ± 0.23		4
6-0 Nylon	AL	0.29 ± 0.13		3

AL = Allschichtennaht; SH = Schleimhautnaht;
EM = Extranuköse Naht;

Relativer Stenosegrad von biliodigestiven Anastomosen

Zur Auswertung der zweiten Versuchsgruppe (biliodigestive Anastomosen) konnten von insgesamt 31 gewerteten Fällen 29 Cholangiographien bzw. 28 Xantopren-Ausgüsse herangezogen werden. Die ermittelten Werte schwanken zwischen einem Stenosegrad von 0,2 und 0,93. Auch bei der Untersuchung der biliodigestiven Anastomosen zeigt sich, daß die Anwendung der Allschichten-nahttechnik kombiniert mit einem Nylonfaden der Stärke 6/0 die relativ stärkste postoperative Stenosierung des Gallengangs bewirkt. Die günstigsten Operationsergebnisse konnten auch in dieser Gruppe mit dem Einsatz von Vicrylfäden der Stärke 8/0 und der Ausführung von Schleimhautnähten erzielt werden. Die Roux-Y-Choledochojejunostomie scheint gegenüber der Choledochoduodenostomie die geeignetere chirurgische Technik zu sein, die Gallenpassage möglichst ohne Abflußbehinderung wiederherzustellen.

Tab. 4: Biliodigestive Anastomosen - Relativer Stenosegrad

Nahtmaterial	Nahttechnik	OP-Verfahren	gemessener Cholangiographie		Stenosegrad Xantopren-Ausguß	
			$\bar{x}$	SD	$\bar{x}$	n
6-0 Nylon	AL	C - D	0.20		0.24 +	2
6-0 Vicryl	AL	C - D	0.40		0.45	1
8-0 Vicryl	AL	C - D	0.58 ± 0.10		0.55 ± 0.14	3
		Roux-Y	0.62 ± 0.25		0.68 ± 0.19	4
8-0 Vicryl	SH	C - D	0.80 ± 0.27		0.85 ± 0.26	3
		Roux-Y	0.93 ± 0.19		0.90 ± 0.10	3
8-0 Vicryl	EM	C - D	0.41 ± 0.34		0.43 ± 0.38	3
		Roux-Y	0.45 ± 0.16		0.47 ± 0.20	3
8-0 Nylon	EM	C - D	0.47 ± 0.20		0.49 ± 0.14	3
		Roux-Y	0.51 ± 0.19		0.50 ± 0.34	3

AL = Allschichtennaht ; SH = Schleimhautnaht ;

EM = Extramuköse Naht ; CD = Choledochoduodenostomie ;

Roux-Y = Choledochojunostomie.

Mean Transit Time / MTT / über ROI "C"

Die MTT konnte an 29 Tieren mit biliodigestiven Anastomosen und 3 Kontrolltieren, die lediglich cholezystektomiert waren, ermittelt werden. Die Berechnung der MTT über dem Ductus choledochus (ROI "C") zeigt, daß bei allen Choledochoduodenostomien jeder Gruppe im Vergleich zu den Roux-Y-Choledochojejunostomien Abflußverzögerungen auftreten.

Eine relativ hohe "Mittlere Transitzeit" (MTT) und damit stark verzögerter Abfluß der radioaktiv markierten Galle wurde an Schweinen registriert, an denen die biliodigestiven Anastomosen in Form von Choledochoduodenostomien extramukös mit einem Nylonfaden der Stärke 8/0 vernäht worden waren.

Von den angewandten Operationstechniken bzw. Nahtmaterialien ergeben die mit 8/0 Vicryl und Schleimhautnaht durchgeführten Roux-Y-Choledochojejunostomien die günstigsten Galle-Abflußbedingungen, die den physiologischen Verhältnissen am nächsten liegen.

Tab. 5: Mean Transit Time (MTT) über dem Ductus choledochus (ROI"C")

OP-Verfahren	Nahttechnik	Nahtmaterial	MTT $\bar{x}$	("C") SD	n
C - D	AL	6-0 Nylon	1533	± 202	2
C - D	AL	6-0 Vicryl	1679	± 130	3
C - D	AL	8-0 Vicryl	1563	± 132	3
Roux-Y	AL	8-0 Vicryl	1528	± 110	3
C - D	SH	8-0 Vicryl	1521	± 73	3
Roux-Y	SH	8-0 Vicryl	1423	± 111	3
C - D	EM	8-0 Nylon	1700	± 383	3
Roux-Y	EM	8-0 Nylon	1556	± 257	3
C - D	EM	8-0 Vicryl	1845	± 241	3
Roux-Y	EM	8-0 Vicryl	1657	± 123	3
Cholezystektomie	Kontrolltiere		1417	sec	3

CD = Choledochoduodenostomie; AL = Allschichtennaht ;

SH = Schleimhautnaht ; EM = Extramuköse Naht

5. DISKUSSION

A) Kontaktcholangiographie

Bevor auf die Beurteilung der Ergebnisse im einzelnen eingegangen wird, ist zunächst ein Vergleich dieses Untersuchungsverfahrens mit den konventionellen Techniken angebracht.

Ein wichtiges Kriterium bei der Bewertung diagnostischer Methoden, die eine Darstellung des Gallengangs-systems ermöglichen, ist die Abbildungsqualität. Die besondere Lage des Röntgenfilms, unmittelbar unter dem abzubildenden Objekt, ergibt eine hohe Bildschärfe, da störende, schattengebende Überlagerungen durch andere Gewebsschichten, wie es z.B. bei fettleibigen Patienten häufig anzutreffen ist, entfallen (39). Der bei den konventionellen Röntgentechniken auftretende Vergrößerungseffekt wird durch die beschriebene Position des Zahnfilms vermieden. NICHOLS und BURHENNE (51) konnten diesen Effekt in begrenztem Maße reduzieren, indem sie den Film so nahe wie möglich an das Objekt lagerten und den Focus-Objekt-Abstand so weit als möglich vergrößerten. O'DWYER und Mitarbeiter (52) fertigten retrograde endoskopische Cholangiogramme bei zwei verschiedenen Positionen der Patienten an. Die Autoren haben anhand dieser jeweils zwei Aufnahmen die Gallengangsdiameter gemessen. Die erhaltenen Werte wurden mit dem Vergrößerungskoeffizienten korrigiert. HAMILTON et al. (34) haben, ohne die Position der Patienten zu verändern, die gleichen Diametermessungen durchgeführt, und kommen zu ähnlichen Ergebnissen, wie O'DWYER et al. (52). HAMILTON et al. betonen die Vorzüge direkter Kontrastmittel-Darstellungstechniken wie ERCP und PTC bei cholezystektomierten Patienten, die über abdominelle Beschwerden klagen.

Die von uns entwickelte Methode, unter Einsatz des Operationsmikroskops, ergibt eine höhere Meßgenauigkeit als die in der Literatur beschriebenen Verfahren. So werden beispielsweise bei den relativ einfachen Geräten von MOORE (50) und EROL et al. (24) die durch die Wanddicke des Gallengangs entstehenden Meßfehler nicht berücksichtigt. Vergleicht man die Möglichkeiten der Kontaktcholangiographie mit denen der Sonographie, so weist das erstgenannte Verfahren, abgesehen von der Invasivität, einige Vorzüge auf. Mehrere Autoren berichten übereinstimmend, daß der distale Abschnitt des Ductus Choledochus sonographisch nicht zugänglich ist, da das zu untersuchende Gallengangssegment sehr häufig im Schallschatten des Duodenums liegt (60, 77). Ultraschall kann Luft nicht durchdringen, und somit verhindern die im Darm angesammelten Gase eine Darstellung des betreffenden Abschnitts. Gerade die für einen Verschuß verantwortlichen tiefsitzenden, z.B. präpapillären Steine können somit meist nicht gesehen werden.

Bezüglich des personellen, zeitlichen wie apparativen Aufwandes ist die vorgestellte Röntgenmethode umstritten. Viele Chirurgen schrecken davor zurück, intraoperative Gallengangsdarstellungen vorzunehmen, da das eine Verlängerung der Operation bedeutet und weil sie die Aussagekraft der Cholangiographie bezweifeln. Eigene Erfahrungen zeigen, daß diese Bedenken unbegründet sind, denn die Röntgenaufnahmen konnten, nachdem eine gewisse Routine erreicht war, in recht kurzer Zeit erstellt werden und störten den Operationsablauf nur unwesentlich. Eine erhöhte Gefährdung des Patienten durch eine Operationsverlängerung hielt sich damit in Grenzen. Ein besonders ausgebildeter Fachmann war zur Anfertigung der Aufnahmen nicht nötig. Die Interpretation der entwickelten Filme wurde von den Operateuren vorgenommen.

Da ein leicht transportables Röntgengerät, das intraoperativ eingesetzt werden kann, in den meisten Kliniken verfügbar ist, hält sich der apparative Aufwand, verglichen mit anderen beschriebenen Meßverfahren (6, 19, 75) in überschaubarem Rahmen.

Bezüglich der Traumatisierung und möglichen Gefährdung des Patienten ist die Kontaktcholangiographie kritisch zu bewerten. Unabdingbare Voraussetzung für eine Gallengangsdarstellung mit der beschriebenen Technik ist ein operationsfähiger Zustand des Patienten. Die operative Cholangiographie ist aus diesem Grund beschränkt einsetzbar und wird sich kaum als das diagnostische Routineverfahren etablieren, um eine erste Untersuchung des biliären Systems und eine Differenzierung zwischen intra- und extrahepatisch bedingter Cholestase zu unternehmen.

Mehrere Autoren empfehlen für diesen Zweck die Sonographie, da sie nicht invasiv ist, weder personell, zeitlich, noch apparativ sehr aufwendig ist und für den Patienten keine bisher bekannten Risiken in sich birgt (60, 73). Erst zur weiteren Abklärung ungeklärter pathologischer Zustände wird auf den Einsatz invasiver Techniken wie ERCP oder PTC verwiesen.

Die ältesten, nicht-invasiven Verfahren, die orale und die intravenöse Cholangiographie, kommen heute immer weniger zum Einsatz. Hatte die Gallengangsdarstellung mittels Röntgenaufnahmen nach oraler Kontrastmitteldarstellung früher eine große Bedeutung, so wird sie heute eher kritisch betrachtet und durch neuere Verfahren ersetzt (13). Die Tatsache, daß zur Durchführung derartiger Kontrastaufnahmen die Leberzellfunktion erhalten sein muß, da das kontrastgebende Pharmakon sonst nicht in das Gallengangssystem sezerniert wird, daß

es nach Kontrastmittelverabreichung zu den, an anderer Stelle schon geschilderten, unerwünschten Nebenwirkungen wie Übelkeit und Erbrechen kommen kann und, nicht zuletzt, daß mit belastenden Röntgenstrahlen gearbeitet wird, ist ein Nachteil gegenüber schonenderen Untersuchungsmethoden, wie beispielsweise der Sonographie.

Häufig ist die Bildqualität der ersten erhaltenen Röntgenaufnahme unbefriedigend, weshalb eine erneute Untersuchung am folgenden Tag durchgeführt werden muß. Da es bei der oralen Kontrastmittelgabe aufgrund der Resorptionsvorgänge einige Zeit in Anspruch nimmt, bis das biliäre System zur Darstellung kommt, ist eine unmittelbare Wiederholung der Aufnahme nicht möglich. Neben einer erneuten Strahlenbelastung für den Patienten entstehen somit auch zusätzliche Kosten durch die zeitliche Verzögerung.

Bei kritischer Betrachtung der intravenösen Cholangiographie werden auch hier eindeutige Schwächen deutlich. Der Transport der heute bei dieser Methode üblicherweise verwendeten Kontrastmittel wie Cholografon und Biligrafon aus dem Blutstrom in die Leberzelle und die anschließende Sekretion in das Gallengangsystem ist zwangsläufig vergesellschaftet mit einem hohen Wasserfluß in die Galle (Cholereese). Dies hat zur Folge, daß die schattengebenden Pharmaka auch bei Applikation hoher Dosen stark verdünnt werden und erklärt die relativ schwache Abbildungsqualität der i.v.-Cholangiographien (9). SANDWEISS und FULTON (62) berichten, daß bei 44 % ihrer untersuchten Fälle der distale Bereich des Ductus choledochus nicht zur Darstellung kam. Die Brauchbarkeit der Röntgenmethode wird damit deutlich eingeschränkt, denn gerade der distale Gallengang ist ein kritischer Bereich, in dem

sich häufig präapilläre Steine befinden.

Das in eigenen Untersuchungen angewandte Verfahren, bei dem jeder Abschnitt des extrahepatischen Gallenwegssystems mit Hilfe des steril eingepackten Zahn-Röntgenfilms dargestellt werden kann, erbringt eine deutliche Verbesserung der diagnostischen Möglichkeiten. Die Tatsache, daß in Veröffentlichungen, die sich 25 Jahre später mit der Aussagekraft und Bedeutung der intravenösen Cholangiographie befassen, Fehldiagnosen von bis zu 40 % bei Vergleich mit Ergebnissen parallel eingesetzter Untersuchungen wie ERCP, Choledochotomie, operative Cholangiographie und der Autopsiebefunde festgestellt werden, zeigt, daß die IVC sich kaum weiter entwickelt hat (31). Der Behauptung von GOODMAN und HOWARD (31), daß das Verfahren bei der Abbildung des extrahepatischen biliären Systems oft unzuverlässig ist, und seiner Forderung, auf alternative, präzisere Techniken zurückzugreifen, ist zuzustimmen. Bevor die gefährlicheren und riskanteren Untersuchungsmethoden wie ERCP und PTC einer kritischen Betrachtung unterzogen werden, soll zunächst noch ein Wort zur Computertomographie geäußert werden.

Wie bereits erwähnt, handelt es sich hierbei um ein relativ neues Verfahren, das in den ersten Jahren seiner klinischen Anwendung noch nicht in vollem Umfang zu befriedigenden Ergebnissen führen konnte. So berichten SCHERER et al. (63) vom erfolgreichen Nachweis dilatierter Gallengänge beim obstruktiven Ikterus mittels CT in lediglich 77 % ihrer Fälle. Dies liegt deutlich unter den Ergebnissen, die mit sonst üblichen Diagnoseverfahren wie beispielsweise der HBFS erzielt werden konnten, mit deren Hilfe bei über 90 % der Patienten erfolgreiche, d.h. aussagekräftige Untersuchungen des biliären Systems durchgeführt wurden (15).

Neuere Veröffentlichungen weisen jedoch darauf hin, wie schnell sich sowohl die Technik als auch das Interpretationsvermögen entwickelt hat, denn die Bedeutung und Anwendbarkeit der CT werden immer höher eingeschätzt und es wird ihr in mancher Hinsicht eine Überlegenheit gegenüber der Sonographie zugeschrieben (44). Nicht zu übersehender Nachteil des rechnergestützten Schichtbildverfahrens, gerade im Vergleich zu relativ simplen Techniken wie der Kontaktcholangiographie, bleibt jedoch der enorme apparative Aufwand, folglich die sehr hohen Kosten und die großen Anforderungen, die an den Ausbildungsstand des Personals gestellt werden.

Die Problematik der invasiven Verfahren wie ERCP und PTC wurde eingangs schon berührt. Neben den bereits erwähnten Schwierigkeiten, die in Form von Arzneimittelunverträglichkeiten bzw. instrumentell bedingten Verletzungen auftreten können, ist bei Anwendung der ERCP unter Umständen noch mit weiteren Komplikationen zu rechnen. So berichten FÖLSCH und Mitarbeiter (27) von pankreatischen Schüben in 1,6 %, septischen Cholangitiden in 2 % und anderen abdominellen Beschwerden, die in 10 % ihrer untersuchten Fälle auftraten. Diese Zahlen verdeutlichen das nicht unerhebliche Risiko, das die retrograde Kanülierung und Darstellung des biliären Systems für den Patienten in sich birgt und machen es verständlich, warum bei Untersuchung von Leber und Gallengängen nach Meinung der meisten Autoren zunächst auf möglichst nicht-invasive Verfahren zurückgegriffen werden sollte.

Die perkutane Applikation von Kontrastmitteln in die Leber mittels der sog. "Chiba-Nadel" ist mit noch höheren Gefahren verbunden als die o.g. Methode. KREEK und BALINT (47) veröffentlichten die Ergebnisse einer Pilotstudie bei über 300 Patienten und berichten von leichteren Komplikationen bei 31,7 % und schweren Zwi-

schenfällen bei 10,2 %. Die Verfasser mußten teilweise Transaminasen-Erhöhungen (10%), Blutdruckabfall (3%), Bakteriämie (12%), Cholerrhoe (3%) und septische Cholangitiden (0,8%) feststellen. Die an anderer Stelle bereits angesprochenen Komplikationen, die der Einsatz der PTC bei Vorliegen von Blutgerinnungsstörungen bzw. einer Kontrastmittelallergie mit sich bringen kann, sind zusätzlich in Betracht zu ziehen und geben Anlaß, die Indikation für dieses sehr invasive Untersuchungsverfahren vorsichtig zu stellen bzw. es erst dann einzusetzen, wenn risikoärmere Techniken zu aussageschwach sind. So empfiehlt BIERSECK (16) die PTC als radiologische Methode der Wahl beim Obstruktionsikterus, denn die ERCP führt hier oft zu unbefriedigenden Ergebnissen, bzw. ist wegen Schwierigkeiten, die sich bei den Kanülierungsversuchen (z.B. bei Vorliegen einer Papillenstenose) ergeben, nur begrenzt einsetzbar.

Andere Methoden, wie beispielsweise die HBFS, ermöglichen zwar auch die Diagnostizierung eines Gallengangverschlusses - im Falle der Szintigraphie durch die fehlende Ausscheidung des Radiopharmakons in den Darm - vermitteln aber kein genaues Bild über die Lage der Obstruktionsstelle.

Neben dieser vergleichenden Betrachtung der von uns angewandten Röntgenmethode mit den konventionellen Untersuchungstechniken ist eine Bewertung der Meßergebnisse vorzunehmen.

Zur Gruppeneinteilung sei noch erwähnt, daß das gewählte Vorgehen, einen Teil der Tiere zu reoperieren, klinischen Verhältnissen entspricht. Eingangs wurde die Tatsache angesprochen, daß nach chirurgischen Eingriffen am biliären System häufig Restenosen auftreten und Wiederholungseingriffe erforderlich machen.

Zur Auswertung der Cholangiographien wurde die bereits geschilderte, standardisierte Meßmethode benutzt. Mit

der Berechnung des "Relativen Stenosegrades" konnten wir uns daher ein genaues Bild machen bzw. erhielten numerische Angaben über die Passageverhältnisse des Ductus choledochus im Anastomosenbereich. Die erhaltenen Werte des relativen Stenosegrades biliobiliärer Anastomosen ergeben eine deutlich stärkere Stenosierung des Gallengangs bei herkömmlicher Operationstechnik (6/0 Nylon - Allschichtennaht) im Vergleich zu allen anderen, in diesem Projekt erprobten Nahttechniken. Die günstigste mikrochirurgische Methode scheint die mit 8/0 Vicryl ausgeführte Schleimhautnaht und an zweiter Stelle die mit 8/0 Nylon durchgeführte extramuköse Naht zu sein. Aus unseren Untersuchungsergebnissen folgt, daß es von großer Bedeutung ist, wie die Nahttechnik mit dem Nahtmaterial kombiniert wird. Die Auswertung der biliodigestiven Anastomosen führte zu entsprechenden Ergebnissen, das heißt auch hier hat die mit 8/0 Vicryl ausgeführte Schleimhautnaht die geringste postoperative Verengung des Gallenganges zur Folge.

Weiterhin ergeben die Messungen der Kontaktcholangiographien bzw. der Ausgußpräparate eine geringere Stenosierung der Roux-Y-Anastomosen (Choledochojejunostomien) im Vergleich zu Choledochoduodenostomien (46).

B) Szintigraphie

Das Spektrum nicht-invasiver Untersuchungsmethoden wurde seit Ende 1976 durch die hepatobiliäre Funktionsszintigraphie (HBFS) mit HIDA-Derivaten erweitert (14). Mehreren Autoren ermöglichte dieses neue diagnostische Verfahren eine Dauerbeobachtung von Abflußbedingungen des Gallengangssystems (5, 22, 42). BIRSACK schilderte die Schwierigkeiten, die bei Darstellungsversuchen der Gallenwege entstehen, wenn biliodigestive Anastomosen, wie in der hier beschriebenen zweiten Versuchsgruppe, durchgeführt worden sind.

Da nach einer derartigen Operation die natürliche Sphincter-Funktion ausgeschaltet ist, erbringen intra-venöse Bolus- und Infusionscholangiographien oftmals keine verwertbaren Resultate. Der zu schnelle Abfluß des Kontrastmittels in den Darm hat zur Folge, daß die Menge der schattengebenden Pharmaka zur Darstellung der Gallengänge nicht ausreicht. Im Einklang mit BIER-SACK können wir die besondere Eignung der HBFS zur Untersuchung von biliodigestiven Anastomosen bestätigen, denn die Beurteilung der Galleabflußbedingungen bei den Tieren unserer zweiten Versuchsgruppe, an denen Choledochoduodenostomien bzw. Choledochojejunostomien geschaffen waren, gelang ohne Schwierigkeiten.

Selbst bei geringgradiger Stenosierung der Anastomose tritt eine Verschiebung der Zeitaktivitätskurve über dem Leberparenchym (ROI "A") und dem Ductus choledochus (ROI "C") auf. $T_{\max}$, also die Zeit bis zum Erreichen des Kurvenmaximums, ist im Vergleich zur physiologischen Abflußbedingung (Kontrolltiere) verzögert. Die Berechnung der MTT über dem Ductus choledochus (ROI "C") zeigt, daß im Gegensatz zu den Roux-Y-Choledochojejunostomien bei allen Choledochoduodenostomien jeder Gruppe Abflußverzögerungen auftreten. Von den angewandten OP-Techniken bzw. eingesetzten Nahtmaterialien ergeben die mit 8/0 Vicryl und Schleimhautnaht durchgeführten Roux-Y-Choledochojejunostomien die günstigsten Abflußbedingungen, die den physiologischen Verhältnissen am nächsten liegen.

Trotz der, in den eigenen Untersuchungen festgestellten hohen Aussagekraft, beliebigen Wiederholbarkeit, geringen Strahlenbelastung und minimalen Gefährdung des Patienten sind die limitierenden Faktoren bei der HBFS nicht zu übersehen. Da das Radiopharmakon nur bei erhaltener exkretorischer Leberzellfunktion die Hepato-

zyten passieren und dann über die Galle in den Darm gelangen kann, ist die HBFS bei schweren Leberparenchymschäden nur sehr begrenzt einsetzbar. Bei derart pathologischen Verhältnissen wird das Radionuklid vorwiegend renal eliminiert und das biliäre System gelangt nicht zur Darstellung (42). Die Empfehlung, dieses nuklearmedizinische Verfahren deshalb möglichst frühzeitig in die diagnostischen Überlegungen einzubeziehen, wird verständlich.

Abschließend sei noch auf den hohen apparativen Aufwand hingewiesen, mit dem die HBFS verbunden ist. Nicht jede Klinik verfügt über die aufwendige Gammakamera, mit der sich die geschilderten Untersuchungen durchführen lassen, und so wird das Verfahren in seiner Verfügbarkeit begrenzt bleiben.

6. SCHLUSSBETRACHTUNG

Die Ausgußpräparation und die Kontaktcholangiographie lassen bei physiologischen Druckverhältnissen qualifizierbare Aussagen über die Anastomosenweite zu. Die Angaben der bei den vorliegenden Untersuchungen verwendeten Methoden zur Messung des inneren Gallengangdiameter zeigen eine enge Korrelation.

Es ist festzustellen, daß die Ergebnisse der HBFS mit denen der Kontaktcholangiographie und der Ausgußpräparation übereinstimmen. Diese Tatsache beweist die Anwendbarkeit der beiden letztgenannten Verfahren zur genauen Beurteilung der Abflußbedingungen im Anastomosenbereich.

Die HBFS als non-invasive Untersuchungsmethode eignet sich auch bei pathologischen und postoperativ morphologischen Veränderungen am extrahepatischen Gallenwegssystem.

Für die klinische Chirurgie läßt sich die Schlußfolgerung ziehen, daß mikrochirurgisch durchgeführte Schleimhautnähte mit resorbierbarem Nahtmaterial die Endergebnisse bei Wiederholungseingriffen am extrahepatischen biliären System verbessern können.

7. ZUSAMMENFASSUNG

An Minipigs wurden neue Methoden geprüft, die sich zur Darstellung des extrahepatischen biliären Systems eignen. Die Untersuchungen erfolgten im Anschluß an eine chirurgische Versorgung des Ductus Choledochus.

An 52 Schweinen wurden nach Durchtrennung des Ductus Choledochus biliobiliäre End-zu-End-Anastomosen durchgeführt. 38 Tiere von dieser Gruppe wurden reoperiert, wobei nach Resektion der biliobiliären eine biliodigestive Anastomose ausgeführt wurde. Bei 24 Minipigs wurde diese in Form einer Choledochoduodenostomie, bei 14 in Form einer Roux-Y-Choledochojejunostomie erstellt. Verschiedene Nahttechniken, -materialien und unterschiedliche Fadenstärken kamen zum Einsatz.

Als spezielle röntgenologische Untersuchungsmethode wurde die Kontaktcholangiographie eingesetzt und weiterentwickelt. Mit Hilfe eines Röntgenzahnfilms, der unmittelbar unter den Gallengang gelegt wurde, konnten originalgetreue Abbildungen geschaffen werden. Eine standardisierte Okularlinse ermöglichte präzise Diametermessungen.

An 32 Tieren der zweiten Versuchsgruppe (biliodigestive Anastomosen) wurde die hepatobiliäre Funktionsszintigraphie eingesetzt. Unter Verwendung von ^{99m}Tc -HIDA konnte die Durchgängigkeit der Anastomose geprüft und mit der Berechnung der MTT über dem Ductus choledochus die Gallenpassage beurteilt werden.

Sowohl bei biliobiliären als auch biliodigestiven Anastomosen führt die mit 8/0-Vicryl ausgeführte Schleimhautnaht zu den besten Ergebnissen.

SUMMARY

Imaging of the extrahepatic biliary system following microsurgical reconstruction in pigs

On the minipig new methods were tested to show the extrahepatic biliary system. The investigations were made after surgical intervention of the common bile duct.

In 52 pigs after dissection of the common bile duct end-to-end-anastomoses of the duct were performed. In a second surgical event 38 animals in this group were treated with a biliodigestive connection after resection of the biliobiliary anastomosis. In 24 minipigs the anastomoses were performed as a choledocho-duodenostomy and in 14 animals as a Roux-Y-choledochojejunostomy. Different surgical techniques, materials and various suture sizes were used.

As a special X-ray method the contact cholangiography was used and developed. Isometric pictures of the bile duct were produced by dental X-ray films, positioned directly underneath. With a standardized ocular lense exact measurements were possible.

In 32 animals of the second group (biliodigestive connection) hepatobiliary scintigrams were taken. By using ^{99m}Tc -HIDA the perfusion rate of the anastomosis was tested. The mean transit time was calculated by the flow of the bile by means of the regions of interest.

Mucosal sutures performed by 8/0 Vicryl revealed the best results in biliobiliary as well as biliodigestive anastomoses.

8. LITERATURVERZEICHNIS

- 1 Abel J.J., L.G. Rowntree:
On the pharmacologic action of some phtaleins
and their derivates, with special reference
to their behaviour as purgatives.
J. Pharmacol. Exper. Therap. 1, 231-264 (1909)
- 2 Anacker H.:
Die Füllung und Entleerungsvorgänge
in den Gallenwegen.
Fortschr. Röntgenstr. 81, 142-150 (1954)
- 3 Anacker H., H.D. Weiss, B. Kramann:
Endoscopic retrograde pancreaticholangiography (ERCP).
Springer, Berlin (1977)
- 4 Ascherl R., G. Metak, J. Müller, I. Bofilias,
H. Langhammer, G. Blümel:
Hepatobiliäre Funktionsszintigraphie (HBFS)
bei Kaninchen mit definierter operativ er-
zeugter Stenose.
In: Experimentelle und klinische Hepatologie,
4. Arbeitstagung für Exp. u. Klin. Hepa-
tologie 1982 Marburg, Hrsg.: O. Zelder,
H.D. Röhrer, M. Fischer, J.Ch. Bode,
Schattauer-Verlag Stuttgart, 182-186 (1984)
- 5 Ascherl R., G. Metak, W. Erhardt, I. Bofilias,
H. Langhammer, G. Blümel:
Die extrahepatische Gallenwegsobstruktion im
Szintigramm - experimentelle Untersuchungen.
Langenbeck's Arch. Chir. Bd. 361, Kongreß-
bericht 934 (1983)

- 6 Baez S.:
 A method for on-line measurement of lumen
 and wall of microscopic vessels in vivo.
 Microvasc. Res. 5, 299-308 (1973)
- 7 Baxter-Smith D.C., M.D. Middleton:
 Contact-Cholangiography.
 Ann. Royal Coll. Surg. Engl. 61, 373-376 (1979)
- 8 Berci G., A. Hamlin:
 Operative and postoperative cholangiography.
 In: Radiology of the Gallbladder and Bile
 Ducts, Hrsg.: Berk-Ferrucci-Leopold,
 Saunders-Verlag Philadelphia, 401-488 (1983)
- 9 Berk R.N.:
 Radiology of gallbladder and bile ducts.
 Saunders-Verlag Philadelphia (1977)
- 10 Berk R.N., P. Goperberg:
 Radiography of the bile ducts.
 Radiology 145, 1-9 (1982)
- 11 Berk R.N., P.M. Loeb:
 Biliary contrast materials.
 In: Radiology of the Gallbladder and Bile
 Ducts, Hrsg.: Berk-Ferrucci-Leopold,
 Saunders-Verlag Philadelphia (1983)
- 12 Berk R.N.:
 Intravenous Cholangiography.
 In: Radiology of the Gallbladder and Bile
 Ducts, Hrsg.: Berk-Ferrucci-Leopold,
 Saunders-Verlag Philadelphia (1983)

- 13 Berk R.N.:
Oral cholecystography.
In: Radiology of the Gallbladder and Bile
Ducts, Hrsg.: Berk-Ferrucci-Leopold,
Saunders-Verlag Philadelphia (1983)

- 14 Biersack H.J., M. Thelen, H.P. Breuel:
 ^{99m}Tc -Hepatobida zur Funktionsszintigraphie
der Leber. - Simultanvergleich mit ^{131}J -Brom-
sulphan durch Doppeltracer-Sequenzszinti-
graphie.
Nuc. Compact 8, 6-12 (1977)

- 15 Biersack H.J., M. Thelen, H.P. Breuel:
Hepatobiliäre Funktionsszintigraphie mit
 ^{99m}Tc -markierten IDA-Derivaten bei Leber-
und Gallenwegserkrankungen.
Inn. Med. 6, 56-64 (1979)

- 16 Biersack H.J.:
Vergleichende Gegenüberstellung von hepato-
biliärer Funktionsszintigraphie und Sono-
graphie (CT/ERCP/PTC).
Nuklearmedizin 1, 39-50 (1982)

- 17 Bilbao M.K., C.T. Dotter, T.G. Lee, R. M. Katon:
Complications of endoscopic retrograde cholan-
giography (ERCP). A study of 10 000 cases.
Gastroenterology 70, 314-334 (1976)

- 18 Bolton J.S., J.W. Braasch, R.L. Rossi:
Management of benign biliary structure.
Surg. Clin. North Am. 60, 312-332 (1980)

- 19 Cardinal D.C., G.A. Higgs:
A photometric device for measuring blood
vessel diameter in the microcirculation.
J. Pharmacol. Methods 4, 109-114 (1980)
- 20 Castrini G., G. Papplardo:
Iatrogenic strictures of the bile ducts:
our experience with 66 cases.
World J. Surg. 5, 753-758 (1981)
- 21 Eiseman B., R.H. Greenlaw:
Localization of common duct stones
by ultrasound.
Arch. Surg. 91, 195-199 (1965)
- 22 Erhardt W., R. Ascherl, G. Metak, I. Bofilias,
H. Rechl, G. Blümel:
Das extrakorporale biliobiliäre Shunt-Modell
zur kontinuierlichen Bestimmung der hepato-
biliären Funktion.
In: Experimentelle und klinische Hepatologie,
4. Arbeitstagung für Exp. u. Klin. Hepa-
tologie 1982 Marburg, Hrsg.: O. Zelder,
H.D. Röhrer, M. Fischer, J.Ch. Bode,
Schattauer-Verlag Stuttgart, 175-178 (1982)
- 23 Erhardt W., M. Hebestedt, H. Rechl, V. Riedl,
J. Bachmeier, W. Bollwahn, H. Schebitz,
G. Blümel:
Kurz- und Einleitungsnarkose beim Schwein mit
Azaperon (R 1929) i.m. und Etomidat (R 16659,
R 16660) i.v.
Tierärztl. Umschau 38, 463-468 (1983)

- 24 Erol Ö., M. Spira, L. Feldman, B. Sutherland:
A micrometer for microsurgery.
Plast. Reconstr. Surg. 68, 959-960 (1981)
- 25 Fernandes M.:
Treatment of benign strictures of the bile ducts.
World J. Surg. 4, 479-482 (1980)
- 26 Firnau G.:
Why do Tc-^{99m}chelates work for
cholescintigraphy ?
Eur. J. Nucl. Med. 1, 137-139 (1976)
- 27 Fölsch U.R., D. Wurbs, M. Classen,
W. Creutzfeld:
Vergleich der perkutanen transhepatischen
Cholangiographie und der endoskopischen,
retrograden Cholangiopankreatikographie.
Dt. Med. W'schr. 104, 625-628 (1979)
- 28 Frommhold W.:
Medizinische Röntgentechnik, Bd. I.
Thieme-Verlag Stuttgart, 224-247 (1979)
- 29 Frommhold W.:
The biliary system: overview.
In: Radiology Today I., Hrsg.: M.W.Donner,
F.H. Heuck, Springer-Verlag Berlin (1981)
- 30 Gaylis H., K. Cunn:
Transduodenale Cholangiography.
Gynecol. Obstetr. 100, 249-253 (1955)

- 31 Goodman M., A. Howard:
Is intravenous cholangiography still useful ?
Gastroenterology 79, 642-645 (1980)
- 32 Goris M.:
 ^{125}I Iodo-Bromsulphalein as a liver- and
biliary agent.
J. Nucl. Med. 14, 820-825 (1973)
- 33 Graham E.A., W.H. Cole:
Radiological examination of the gallbladder.
New method utilizing intravenous injection of
tetrabromphenolphthalein.
J. Am. Med. Ass. 82, 613-616 (1924)
- 34 Hamilton I., W.S.J. Ruddell, C.J. Mitchell,
D. J. Lintott, A.T.R. Axon:
Endoscopic retrograde cholangiogram of the
normal and post-cholecystectomy biliary tree.
Br. J. Surg. 69, 343-345 (1982)
- 35 Harvey E., M. Loberg, M. Cooper:
 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -HIDA - a new radiopharmaceutical
for hepatobiliary imaging.
J. Nucl. Med. 16, 533-535 (1975)
- 36 Hatfield P., R. Wise:
Radiology of the gallbladder and bile ducts.
William & Wilkins Co. Verlag Baltimore,
40-45 (1976)
- 37 Hayashi S., T. Wagai:
Ultrasonic diagnosis of breast tumor and
cholelithiasis.
West J. Surg. 70, 34-40 (1962)

- 38 Hogg J.F., M.D. Middleton:
Combined on-table and contact cholangiography.
Radiography 44, 71-75 (1978)
- 39 Hugh T.B., T.J. Campell:
Contact-cholangiography.
Am. J. Surg. 132, 562-564 (1976)
- 40 Ihre T., G. Heller:
Complications and endoscopic retrograde
cholangiopancreaticography.
Acta Chir. Scand. 143, 167-173 (1977)
- 41 Kalman P.G., B.R. Taylor, B. Langer:
Iatrogenic bile duct strictures.
Canad. J. Surg. 25, 321-324 (1982)
- 42 Kempken K.:
Hepatobiliäre Sequenz- und Funktionsszinti-
graphie in der Differentialdiagnostik des
Ikterus.
Nuklearmedizin 1, 11-26 (1982)
- 43 Knight R.P., J.A. Newell:
Operative use of ultrasonics in cholelithiasis.
Lancet 1, 1023-1025 (1963)
- 44 Koehler R.E., R.J. Stanley:
Computed tomography of the gallbladder and
bile ducts.
In: Radiology of Gallbladder and Bile Ducts,
Hrsg.: Berk-Ferrucci-Leopold, Saunders-
Verlag Philadelphia (1983)

- 45 Kovács V., J. Hajdu:
Neue Methode zur Messung der mechanischen
Lumenverengungen von mikrochirurgischen
Choledochusanastomosen.
Magy. Seb. 37, 175-178 (1984)
- 46 Kovács V.:
Vergleichende experimentelle Untersuchungen
zur mikrochirurgischen Technik in der Gallen-
wegschirurgie.
Habilitationsschrift, im Druck (1985)
- 47 Kreek M.J., J.A. Balint:
"Skinny Needle" cholangiography - results
of a pilot study of a voluntary prospective
method for gathering risk data on new
procedures.
Gastroenterol. 78, 598-602 (1980)
- 48 Mahlstedt J.:
Unterschiedliche Kinetik hepatobiliärer
Substanzen - Möglichkeiten der Untersuchungs-
technik und Differentialindikation.
Nuklearmediziner 1, 3-9 (1982)
- 49 Mirizzi P.I.:
La colangiografia durante las operaciones
de las vias biliaries.
Bol. Soc. Cir. Buenos Aires 16, 1133-1139
(1932)
- 50 Moore A.R.:
A ruler for accurate measurement of the
common bile duct.
Surgery 70, 323-324 (1971)

- 51 Nichols D.M., H.J. Burhenne:
Magnification in cholangiography.
Am. J. Radiol. 142, 947-949 (1984)
- 52 O'Dwyer J.A., J. Pemberton, R. Thompson:
Measurement of the endoscopic retrograde
cholangiogram.
Dig. Dis. Sci. 26, 561-564 (1981)
- 53 Oi J.:
Endoscopic pancreatography by
Fiberduodenoscope (FDS-LB).
Jap. J. Gastroent. 66, 880-883 (1969)
- 54 Oi J., T. Takemoto, K. Nakayama:
Fiberduodenoscopy - early diagnosis of
cancer of the papilla of Vater.
Surgery 67, 561-565 (1970)
- 55 Okuda K., K. Tanikawa, T. Emura:
Nonsurgical percutaneous transhepatic
cholangiography.
Am. J. Dig. Dis. 19, 21-25 (1974)
- 56 Pappalardo G., S. Correnti, S. Mobarhan,
P. Trentino, A. Pietropaolo, F. Frattaroli,
G. Castrini:
Long-term results of Roux-en-Y hepatico-
jejunostomy and hepaticojejunoduodenostomy.
Ann. Surg. 196, 149-152 (1982)
- 57 Pfeffer R.B., O. Stasio, J.W. Hinton:
The clinical picture of the sequential develop-
ment of acute haemorrhagic pancreatitis in the dog.
Surg. Forum 8, 765-767 (1957)

- 58 Rabinov R., M. Simon:
Peroral cannulation of the ampulla of Vater
for direct cholangiography and pancreatography.
Radiology 85, 693-697 (1965)
- 59 Rettenmaier G., K.H. Seitz:
Ultraschalluntersuchung bei Ikterus.
Dt. Med. W'schr. 43, 1559-1563 (1977)
- 60 Rettenmaier G.:
Sonographie in der Gastroenterologie.
Zeitschr. Allg. Med. 55, 695-705 (1979)
- 61 Rous P., P.D. McMaster:
The concentrating activity of the gallbladder.
J. Exp. Med. 34, 47-73 (1921)
- 62 Sandweiss D., H. Fulton:
Intravenous cholangiography.
J. Am. Med. Assoc. 159, 998-1001 (1955)
- 63 Scherer U., J. Lissner, B. Brall:
Computertomographie der Leber - Treffsicherheit
der Methode bei bioptisch gesicherten Diagnosen.
ROEFO 130, 531-535 (1979)
- 64 Schindler G.:
Radiologische Gallenwegsdiagnostik nach
Cholezystektomie (I. Mitteilung: HBFS).
Fortschr. Röntgenstr. 135, 181-187 (1981)
- 65 Seror J., J.C. Schmitt, Ch. Paternas, G. Sava:
Operative injuries to the bile ducts.
Report on 12 cases.
Internat. Surg. 63, 108-110 (1978)

- 66 Sigel B., J. Machi, J.C. Beitler, P.E. Donahue,
C.T. Brombeck, R.T. Baker, B. Duarte:
Comparative accuracy of operative ultrasono-
graphy and cholangiography in detecting common
duct canaliculi
Surgery 94, 715-720 (1983)
- 67 Slattery L.R., G.M. Saypol:
Intra-abdominal choledochography.
Am. J. Surg. 84, 229-232 (1952)
- 68 Stewart E.T., J.E. Geenen:
Endoscopic retrograde cholangiography.
In: Radiology of the Gallbladder and Bile
Ducts, Hrsg.: Berk-Ferrucci-Leopold,
Saunders-Verlag Philadelphia (1983)
- 69 Struve C.:
Advances and limits of sonographic biliary
tract diagnosis.
Dt. Med. W'schr. 105, 544-546 (1980)
- 70 Taavitsainen M., O. Korhola, E. Riihimäki,
K. Tallroth:
Technetium-99m-diethyl-IDA cholescintigraphy
in the differential diagnostics of jaundice.
Scand. J. Gastroenterol. 14, 567-575 (1979)
- 71 Takagi K., S. Ikeda, Y. Nakagawa, K. Kumakura,
M. Maruyama, N. Someya, T. Takada, T. Takekoshi:
Endoscopic cannulation of the ampulla of Vater.
Endoscopy 2, 107-115 (1970)

- 72 Taplin G.V., O.M. Meredith:
 The radioactive (J-131 tagged) rose bengal
 uptake excretion test for liver function
 using external gamma-ray scintillation
 counting technique.
 J. Lab. Clin. Med. 45, 665-678 (1955)
- 73 Taylor K., A. Rosenfield:
 Grey scale ultrasonography in the
 differential diagnosis of jaundice.
 Arch. Surg. 112, 820-822 (1977)
- 74 Tempel K.:
 Radiologie für Veterinärmediziner.
 Ferdinand Enke-Verlag Stuttgart (1983)
- 75 Van der Schee E.J., J.V. de Bakker,
 A.W. Zwamborn:
 Transducer for in vivo-measurement of the inner
 diameter of arteries in laboratory animals.
 Med. Biol. Eng. Comp. 19, 218-222 (1981)
- 76 Way W.L.:
 Biliary stricture.
 Surg. Clin. North Am. 61, 963-972 (1981)
- 77 Wernecke K., R. Heckmann:
 Die Bedeutung der Ultraschalldiagnostik bei
 Erkrankungen der Gallenblase und der
 Gallenwege.
 Radiologie 23, 248 - 255 (1983)

- 78 Wise R.E.:
 Intravenous Cholangiography.
 Charles C. Thomas-Verlag Springfield, III (1962)
- 79 Wistow B., G. Subramanian:
 An evaluation of ^{99m}Tc-labelled hepato-
 biliary agents.
 J. Nucl. Med. 18, 445-461 (1977)
- 80 Wood M.:
 Eponyms in biliary tract surgery.
 Am. J. Surg. 138, 746-749 (1979)

DANKSAGUNG

Herrn Professor Dr.G.Blümel danke ich für die Überlassung des Themas und die Bereitstellung des Arbeitsplatzes.

Bei Frau Professor Dr.U.Matis möchte ich mich sehr herzlich dafür bedanken, daß sie nach dem Tode von Herrn Professor Dr.Dr.h.c.H.Schebitz freundlicherweise die Betreuung meiner Untersuchungen fortgeführt und die Arbeit an die Tierärztliche Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität München übernommen hat.

Für die hervorragende Durchführung des operativen Teils dieser Arbeit gilt mein besonderer Dank Herrn Dr.V.Kovács und Herrn Dr.R.Ascherl.

Ganz herzlich möchte ich mich bei Herrn Privatdozent Dr.Dr.habil.W.Erhardt für sein Interesse sowie für die jederzeit gewährte freundliche Unterstützung und Beratung bei der Durchführung meiner Untersuchungen bedanken. Sowohl die engagierte Hilfe bei der Auswertung der Ergebnisse als auch die moralische Betreuung waren beispielhaft.

Bei den Mitarbeitern des Instituts für Experimentelle Chirurgie der Technischen Universität München bedanke ich mich für die freundliche Aufnahme.

Meiner Frau Martine gebührt Dank für die ausgezeichnete Schreibaarbeit und sonstige Unterstützung.

LEBENS LAUF

Name: Klaus Lüth
geboren: 13.11.53 in München
Eltern: Walter und Anneliese Lüth, geb. Below

1959 - 1963 Besuch der Volksschule
in Planegg bei München

1963 - 1964 Besuch des Kurt-Huber-Gymnasiums
in Gräfelfing bei München

1964 - 1973 Besuch des Ludwig-Thoma-Gymnasiums
in Prien am Chiemsee

1974 Ableistung eines freiwilligen sozialen
Jahres mit der "Aktion Sühnezeichen
Friedensdienste" in Frankreich

1975 - 1976 Studium der Rechtswissenschaft an der
Ludwig-Maximilians-Universität München

1977 - 1983 Studium der Tiermedizin an der
Ludwig-Maximilians-Universität München

Ab Oktober
1983 Doktorand am Institut für Experimen-
telle Chirurgie der Technischen Uni-
versität München

Seit Juli
1984 Mitarbeit in der Tierarztpraxis
Dr. Zoller (Grassau/Obb.)

